

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-283019

(43)Date of publication of application : 03.10.2003

(51)Int.Cl.

H01S 3/10
H01S 3/0933
H04B 10/16
H04B 10/17

(21)Application number : 2002-077707

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 20.03.2002

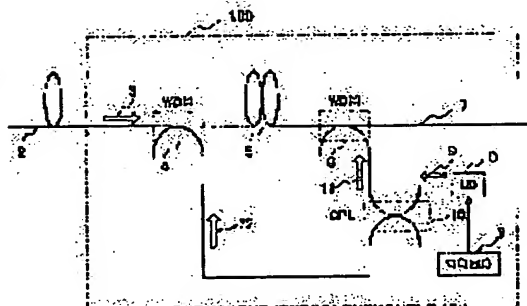
(72)Inventor : KENJO SATOSHI

(54) OPTICAL REPEATER AND OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical repeater with a simple constitution in which first light amplification and second light amplification can be simultaneously executed by using one exciting light source system.

SOLUTION: The optical repeater 100 to be inserted between an input line 2 and an output line 7 is constituted by successively connecting a multiplexer 4, a fiber 5 for the light amplification, and the multiplexer 6. The exciting light source 8 is provided and the excitation light 9 generated from the exciting light source 8 is dispersed to first excitation light 11 and second excitation light 12 by a spectroscop 10. A first light amplification means is constituted by injecting the first excitation light 11 to an optical signal 3 by the multiplexer 6 and a second light amplification means is constituted by injecting the second excitation light 12 outputted from the spectroscop 10 to the optical signal 3 by the multiplexer 4.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.02.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-283019

(P2003-283019A)

(43) 公開日 平成15年10月3日 (2003.10.3)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード [*] (参考)
H 0 1 S 3/10		H 0 1 S 3/10	Z 5 F 0 7 2
3/0933		H 0 4 B 9/00	J 5 K 0 0 2
H 0 4 B 10/16		H 0 1 S 3/091	S
10/17			

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2002-77707(P2002-77707)

(22) 出願日 平成14年3月20日 (2002.3.20)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 見上 聡

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100081710

弁理士 福山 正博

Fターム(参考) 5F072 AB07 AK06 JJ08 JJ12 PP07

QQ07 RRO1 YY17

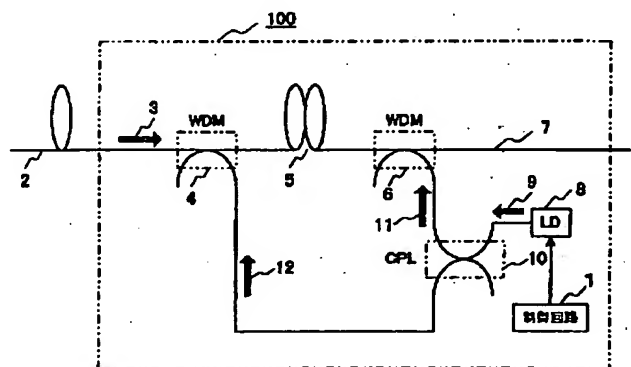
5K002 AA06 BA02 BA04 CA13

(54) 【発明の名称】 光中継装置及び光伝送システム

(57) 【要約】

【課題】 1系統の励起光源を使用して、第1の光増幅と第2の光増幅を同時に行うことができる構成が簡易な光中継装置を提供する。

【解決手段】 入力線路2と出力線路7の間に介挿される、光中継装置100は、合波器4と光増幅用ファイバ5と合波器6とが順次に直列に接続されて構成される。励起光源8が設けられ、この励起光源8から発せられる励起光9が、分光器10によって第1励起光11と第2励起光12に分光され、第1励起光11を合波器6によって光信号3に注入することによって第1の光増幅手段が構成され、分光器10から出力される第2励起光12を合波器4によって光信号3に注入することによって第2の光増幅手段が構成される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 励起光源から発せられる励起光を第 1 励起光と第 2 励起光に分光する分光手段と、
光信号が伝搬される光増幅用ファイバに前記第 1 励起光を注入して光増幅を行なう第 1 の光増幅手段と、
光増幅用ファイバに前記第 2 励起光を注入して光増幅を行なう第 2 の光増幅手段と、を具備することを特徴とする光中継装置。

【請求項 2】 前記第 1 及び第 2 の光増幅手段は、それぞれ前記第 1 励起光及び第 2 励起光により前方励起されることを特徴とする請求項 1 に記載の光中継装置。

【請求項 3】 前記第 1 の光増幅手段は前記第 1 励起光により前方励起され、前記第 2 の光増幅手段は前記第 2 励起光により後方励起されることを特徴とする請求項 1 に記載の光中継装置。

【請求項 4】 前記第 1 の光増幅手段は前記第 1 励起光により後方励起され、前記第 2 の光増幅手段は前記第 2 励起光により前方励起されることを特徴とする請求項 1 に記載の光中継装置。

【請求項 5】 前記第 2 の光増幅手段は、前記分光手段によって得られる前記第 2 励起光を減衰する光減衰器を含んで構成されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の光中継装置。

【請求項 6】 前記分光手段は、前記第 1 励起光と前記第 2 励起光の分岐比率を可変する可変分岐器を含んで構成されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の光中継装置。

【請求項 7】 前記第 1 の光増幅手段は、前記分光手段によって得られる前記第 2 励起光を減衰する光減衰器を含んで構成すると共に、
前記分光手段は、前記第 1 励起光と前記第 2 励起光の分岐比率を可変する可変分岐器を含んで構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光中継装置。

【請求項 8】 前記第 1 の光増幅手段は、前記分光手段によって得られる前記第 1 励起光を増幅する光増幅器を含んで構成されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の光中継装置。

【請求項 9】 前記分光手段は、前記第 1 励起光を生成するための複数の励起光源を含んで構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光中継装置。

【請求項 10】 前記分光手段は、前記第 2 励起光を生成するための複数の励起光源を含んで構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光中継装置。

【請求項 11】 前記分光手段は、複数の励起光源の出力を合成した励起光成分を前記第 1 励起光と前記第 2 励起光に分光するように構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の光中継装置。

【請求項 12】 請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の光

中継装置が、光信号伝送路の中継区間の少なくとも一區間に設置されていることを特徴とする光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光通信システムに用いられる光中継装置及び光伝送システムに係り、光信号が伝搬される光増幅用ファイバに、励起光源から発せられる励起光を注入することによってラマン増幅する機能を有する光中継装置及び光伝送システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 光通信の伝達距離の長距離化と、光信号の大容量化に伴って、光中継装置にラマン増幅機能を持たせて伝送特性を改善することが広く行われている。この光中継装置は、例えば特開 2001-194691 に開示されているように、光ファイバを伝搬する光信号に対して励起光を注入することによってラマン増幅を行っている。

【0003】 この具体的な構成は、ラマン増幅し得る波長を有する第 1 励起光を発生する第 1 励起光源と、この第 1 励起光とは異なる波長を有する第 2 励起光を発生する第 2 励起光源とを別個に設けている。

【0004】 そして、光信号が伝搬される光増幅用ファイバに対して、第 1 励起光源で発生された第 1 励起光を注入して第 1 の光増幅を行なうと同時に、第 2 励起光源で発生された第 2 励起光を注入して第 2 の光増幅を行い、これらの第 1 および第 2 の光増幅によって所定のラマン増幅機能を得ることができる。

【0005】 このようなラマン増幅を行なう場合には、光増幅用ファイバを伝搬する光信号に注入される励起光を、光信号と励起光の伝搬方向が逆となる後方励起で注入する場合と、光信号と励起光の伝搬方向が同一となる前方励起で注入する場合がある。

【0006】 また、第 1 励起光と第 2 励起光のそれぞれの波長は、本来の光信号の有する多波長の間隔と数に対応して設定されると共に、ラマン増幅するに最適な値に設定されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 従来の光中継装置は、第 1 および第 2 の光増幅によって所定のラマン増幅機能を得るに際して、第 1 の光増幅を行なうための第 1 励起光と、第 2 の光増幅を行なうための第 2 励起光のそれぞれを別個に独立した第 1 励起光源と第 2 励起光源のそれぞれで発生させている。

【0008】 したがって、励起光源を 2 つ設けなければならない、構成が複雑化してしまうという問題がありこの解消が望まれている。

【0009】 そこで、本発明の目的は、同じ励起光源を使用して、複数の光増幅を同時に行なうことができ、構成が簡素な光中継装置及び光伝送システムを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本発明による光中継装置及び光伝送システムは、次に記載するような特徴的な構成を採用している。

【0011】(1) 励起光源から発せられる励起光を第1励起光と第2励起光に分光する分光手段と、光信号が伝搬される光増幅用ファイバに前記第1励起光を注入して光増幅を行なう第1の光増幅手段と、光増幅用ファイバに前記第2励起光を注入して光増幅を行なう第2の光増幅手段と、を具備する光中継装置。

【0012】(2) 前記第1及び第2の光増幅手段は、それぞれ前記第1励起光及び第2励起光により前方励起される上記(1)の光中継装置。

【0013】(3) 前記第1の光増幅手段は前記第1励起光により前方励起され、前記第2の光増幅手段は前記第2励起光により後方励起される上記(1)の光中継装置。

【0014】(4) 前記第1の光増幅手段は前記第1励起光により後方励起され、前記第2の光増幅手段は前記第2励起光により前方励起される上記(1)の光中継装置。

【0015】(5) 前記第2の光増幅手段は、前記分光手段によって得られる前記第2励起光を減衰する光減衰器を含んで構成される上記(1)乃至(4)のいずれかの光中継装置。

【0016】(6) 前記分光手段は、前記第1励起光と前記第2励起光の分岐比率を可変する可変分岐器を含んで構成される上記(1)乃至(4)のいずれかの光中継装置。

【0017】(7) 前記第1の光増幅手段は、前記分光手段によって得られる前記第2励起光を減衰する光減衰器を含んで構成されると共に、前記分光手段は、前記第1励起光と前記第2励起光の分岐比率を可変する可変分岐器を含んで構成される上記(1)乃至(4)のいずれかの光中継装置。

【0018】(8) 前記第1の光増幅手段は、前記分光手段によって得られる前記第1励起光を増幅する光増幅器を含んで構成される上記(1)乃至(4)のいずれかの光中継装置。

【0019】(9) 前記分光手段は、前記第1励起光を生成するための複数の励起光源を含んで構成される上記(1)乃至(4)のいずれかの光中継装置。

【0020】(10) 前記分光手段は、前記第2励起光を生成するための複数の励起光源を含んで構成される上記(1)乃至(4)のいずれかの光中継装置。

【0021】(11) 前記分光手段は、複数の励起光源の出力を合成した励起光成分を前記第1励起光と前記第2励起光に分光するように構成される上記(1)乃至(10)のいずれかの光中継装置。

【0022】(12) 上記(1)乃至(11)のいずれ

かの光中継装置が、光信号伝送路の中継区間の少なくとも一区間に設置されている光伝送システム。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。先ず、第1の実施の形態について図1と図2を用いて説明する。

【0024】入力線路2と出力線路7の間に介挿される、本発明に係る光中継装置100においては、合波器4と、光増幅用ファイバ5と、合波器6とが順次に直列に接続されている。

【0025】また、レーザダイオード等で構成される励起光源8が設けられ、この励起光源8から発せられる励起光9が、分光器10によって第1励起光11と第2励起光12に分光され、第1励起光11を合波器6によって光信号3に注入することによって第1の光増幅手段が構成され、分光器10から出力される第2励起光12を合波器4によって光信号3に注入することによって第2の光増幅手段が構成される。

【0026】制御回路1は、例えば、外部からの制御信号により励起光源8から出力される励起強度を制御して増幅特性を最適化する。外部からの制御信号は信号光に含まれ、分岐器により分光され、受光器で電気信号に変換される。以下に説明する各実施形態の説明では、この制御回路1は、励起光源8から出力される励起強度だけでなく、他の任意の要素(増幅器等)の所望の制御を行なう。

【0027】尚、図示していないが、光伝送路には、必要により光信号を一方向にのみ伝送するための光アイソレータが設けられていることは勿論である。

【0028】この例は、光信号3が伝搬される光増幅用ファイバ5の出口側に該光信号3の伝搬方向と逆の方向に第1励起光11を注入する後方励起であり、光増幅用ファイバ5の入口側に光信号3の伝搬方向と逆の方向に第2励起光を注入する後方励起の場合である。

【0029】入力線路2を伝搬される光信号3に対して光増幅用ファイバ5の部位で第1励起光11を注入することによって従来の光中継装置と同様に光増幅に寄与するラマン増幅が行われ、これと同時に光増幅用ファイバ5を伝搬する光信号3に第2励起光12が注入されることによって副次的な光増幅が行われる。

【0030】したがって、光中継装置1における総合のラマン利得は、第1励起光11によって形成される第1の光増幅によるラマン利得が例えば図2に示す特性Aであった場合には、これに第2励起光12による第2の光増幅によるラマン利得の特性Bが付加された特性C(A+B)とされ、トータルで大きな信号増幅効果が得られる。

【0031】以下に説明する各実施形態でも同様であるが、本発明によれば、次のような効果も得られる。

【0032】先ず、本発明によれば、励起光による光増

幅特性の利得改善効果が得られる。すなわち、上記増幅機能においては、励起光強度を増大させるにしたがって増幅利得が増大するので、利得を上げたいときには励起光強度を増大させれば良いが、増幅素子独自の限界、制約があるため、利得はあるレベルで飽和してしまう。例えば、図3の点線で示すように、従来の増幅器（例えば、EDF等の光ファイバ増幅器）では、特定の励起光強度がE1(mW)までは利得が比例して増大するが、励起光強度がE1を越えると、それ以上に増大させても利得はG1で飽和してそれ以上には増えない。したがって、励起光を出力する光源（レーザダイオード等）に、より強度の大きな励起光を出力する余裕があっても、その余裕分を十分に活用できなかった。

【0033】一方、本発明では、第1励起光による第1の光増幅（例えば、光ファイバ増幅器）に更に第2励起光による第2の光増幅（例えば、ラマン増幅器）を用いているため、図3の実線で示すように、励起光強度E1以上の強度E2に至るまで利得は増大し続けることになる。したがって、ラマン増幅による利得が追加され、ラマン増幅の飽和利得G2まで（励起光強度E2まで）は励起光が有効活用され、より大きな利得が得られる。

【0034】また、本発明によれば、光増幅特性の利得傾斜の改善効果が得られる。図4には、この効果を説明するための波長と利得の関係を示す特性図が示されている。従来のアンプとしての光ファイバ増幅の利得特性が（A）で示すように波長が長くなるにしたがって利得が低下する特性の場合、ラマン増幅の利得特性を、（B）に示すように、逆に波長が長くなるにしたがって高くなるように調整すれば、結局、両特性の傾斜が打ち消しあってトータルでは略一定の利得特性（A+B）が得られる。このトータルな特性は、増幅特性を任意に調整すれば、所望の特性とすることができる。

【0035】更に、本発明によれば、光増幅特性の帯域拡大効果が得られる。波長と利得の関係を示す図5を参照して、この効果を説明する。図5は図4と同様な図であるが、トータル特性には傾斜がある。

【0036】システム設計上許容される利得差を ΔG とすると、従来アンプとしての光ファイバ増幅を用いた場合の特性（A）の波長帯域はAとなる。一方、本発明におけるラマン増幅による特性（B）を考慮すると、トータル特性（C）の傾斜が緩やかとなり、結局、許容利得差を ΔG とすると、従来の光ファイバ増幅を用いた場合の波長帯域はAに波長帯域Bが付加されてトータルの波長帯域はC（=A+B）となり著しい帯域拡大効果が得られる。

【0037】以上の各種効果は以下に説明するすべての実施形態においても同様に得られる。

【0038】次に、本発明の第2の実施の形態による光中継装置101について図6を用いて説明する。本実施形態は、図1に示す光中継装置100の構成の一部を変

更した光中継器101である。すなわち、分光器10から出力される第2励起光12を合波器4に注入するに際して、第2励起光12の線路中に光減衰器13を介挿することによって第2の光増幅手段を構成したものである。

【0039】したがって、分光器10から出力される第2励起光12の出力を光減衰器13によって調節することによって得られる減衰光14を合波器4によって光信号3に注入することにより、第2励起光12による第2の光増幅によるラマン利得を最適な値に設定することができる。

【0040】制御回路1は、外部からの制御信号により、励起光源8から出力される励起強度及び光減衰器13の減衰レベルを制御して増幅特性を最適化する。

【0041】次に、本発明の第3の実施の形態による光中継装置102について図7を用いて説明する。本実施形態は、図1に示す光中継装置1の構成の一部を変更した光中継器102で、励起光源8から発せられる励起光9を2つの励起光に分光するに際して、その分岐比を可変し得るような可変分岐器15を含んで分光手段を構成したものである。

【0042】この可変分岐器15は、励起光源8から出力される励起光9を第1励起光11と第2励起光16に分光する際に、その分岐比を可変できるようにしたもので、可変分岐器15から出力される第2励起光16の出力を最適な値に調整した状態で合波器4に注入することによって、第2励起光16による第2の光増幅によるラマン利得を最適な値に保つことができる。これに連動して、第1励起光11の分岐比も可変分岐器15によって最適な値にされているので第1励起光11による第1の光増幅によるラマン利得も最適な値に保つことができる。

【0043】制御回路1は、外部からの制御信号により、励起光源8から出力される励起強度及び可変分岐器15を制御して増幅特性を最適化する。

【0044】次に、本発明の第4の実施の形態による光中継装置103について図8を用いて説明する。本実施形態は、図2に示す第2の実施の形態による機能と、図6に示す第3の実施の形態による機能とを兼ね備えるように組み合わせて図8に示すような光中継装置103として構成したもので、励起光源8から発せられる励起光9を可変分岐器17により第1励起光11と分岐光18の2つに分岐し、この分岐光18の経路の後段に光減衰器19を介挿することによって第2の光増幅手段を構成したものである。

【0045】また、光中継装置103は、励起光源8から発せられる励起光9を2つの励起光に分光するに際して、その分岐比を可変し得るような可変分岐器17を含んで分光手段を構成したものである。

【0046】したがって、可変分岐器17から出力され

る分岐光 18 の出力を光減衰器 19 によって調節することによって得られる第 2 励起光 20 を合波器 4 によって光信号 3 に注入することにより、第 2 励起光 20 による第 2 の光増幅によるラマン利得を最適な値に設定することができる。

【0047】また、可変分岐器 17 は、励起光源 8 から出力される励起光 9 を第 1 励起光 11 と分岐光 18 の 2 つに分光する際に、その分岐比を可変できるので、可変分岐器 17 から出力される分岐光 18 の出力を最適な分岐比に調整した状態で合波器 4 に注入されるので、第 2 励起光 20 による第 2 の光増幅によるラマン利得を最適な値に保つことができる。これに連動して、第 1 励起光 11 の分岐比も可変分岐器 17 によって最適な値にされているので第 1 励起光 11 による第 1 の光増幅によるラマン利得も最適な値に保つことができる。

【0048】入力線路 2 を伝搬される光信号 3 に対して光増幅用ファイバ 5 の部位で第 1 励起光 11 が注入されることによって従来の光中継装置と同様に光増幅に寄与するラマン増幅が行われ、これと同時に光増幅用ファイバ 5 を伝搬する光信号 3 に第 2 励起光 20 が注入されることによって副次的な光増幅が行われる。

【0049】制御回路 1 は、外部からの制御信号により励起光源 8 から出力される励起強度、可変分岐器 17 及び光減衰器 19 の減衰レベルを制御して増幅特性を最適化する。

【0050】次に、本発明の第 5 の実施の形態による光中継装置 104 について図 9 を用いて説明する。本実施形態は、図 1 に示す光中継装置 101 の構成の一部を変更して光中継装置 104 を構成したもので、すなわち、分光器 10 から出力される第 2 励起光 12 を合波器 4 に注入するに際して、第 2 励起光 12 の線路中に光増幅器 21 を介挿することによって第 2 の光増幅手段を構成したものである。

【0051】したがって、分光器 10 から出力される第 2 励起光 12 の出力を光増幅器 21 によって調節することによって得られる増幅光 22 を合波器 4 によって光信号 3 に注入することにより、第 2 励起光 12 に基づく第 2 の光増幅によるラマン利得を最適な値に設定することができる。

【0052】制御回路 1 は、外部からの制御信号により励起光源 8 から出力される励起強度及び光増幅器 21 を制御して増幅特性を最適化する。

【0053】次に、本発明の第 6 の実施の形態による光中継装置 105 を説明する。本実施形態は、図 1 に示される第 1 の実施の形態の光中継装置 101 の構成の一部を変更し、図 10 に示す光中継装置 105 のように構成したものである。

【0054】すなわち、光中継装置 105 は、光増幅用ファイバ 5 に対して第 1 励起光 11 の注入を行なう状態を前方励起としたもので、励起光源 23 から発せられる

励起光 24 が分光器 10 によって第 1 励起光 11 と第 2 励起光 12 に分光され、この第 1 励起光 11 が光信号 3 の伝搬方向と同一の方向に合波器 6 を用いて注入されて前方励起の状態ではラマン増幅が行われる。

【0055】一方、分光器 10 で分光された第 2 励起光 12 は、図 1 に示すと同様に、光信号 3 の伝搬方向と同一の方向に合波器 4 を用いて注入されて後方励起の状態では副次的なラマン増幅が行われる。

【0056】制御回路 1 は、外部からの制御信号により励起光源 23 から出力される励起強度を制御して増幅特性を最適化する。

【0057】次に、本発明の第 7 の実施の形態による光中継装置 106 について図 11 を用いて説明する。本実施形態は、図 6 に示す光中継装置 101 の構成の一部を変更して図 11 に示す光中継装置 106 としたもので、すなわち、分光器 10 から出力される第 2 励起光 12 を合波器 4 に注入するに際して、第 2 励起光 12 の線路中に光減衰器 13 を介挿することによって第 2 の光増幅手段を構成すると共に、光中継装置 106 は、光増幅用ファイバ 5 に対して第 1 励起光 11 の注入を行なう状態を前方励起としたもので、励起光源 25 から発せられる励起光 26 が分光器 10 によって第 1 励起光 11 と第 2 励起光 12 に分光され、この第 1 励起光 11 が光信号 3 の伝搬方向と同一の方向に合波器 6 を用いて注入されて前方励起の状態ではラマン増幅が行われる。

【0058】一方、分光器 10 で分光された第 2 励起光 12 は、光減衰器 13 によって調節することによって得られる減衰光 14 を合波器 4 によって光信号 3 の伝搬方向と逆の方向に後方励起の状態では合波器 6 を用いて注入されることにより、第 2 励起光 12 による第 2 の光増幅によるラマン利得を最適な値に設定することができる。

【0059】制御回路 1 は、外部からの制御信号により励起光源 25 から出力される励起強度及び光減衰器 13 の減衰レベルを制御して増幅特性を最適化する。

【0060】次に、本発明の第 8 の実施の形態による光中継装置 107 について図 12 を用いて説明する。本実施形態は、図 7 に示す光中継装置 102 の構成の一部を変更して図 9 に示す光中継装置 107 としたもので、すなわち、励起光源 27 から発せられる励起光 28 を 2 つの励起光に分光するに際して、その分岐比を可変し得るような可変分岐器 15 を含んで分光手段を構成すると共に、この可変分岐器 15 によって最適値に可変分岐された第 1 励起光 11 を光信号 3 に注入に際して当該光信号 3 の伝搬方向と同一の方向に前方励起の状態ではラマン増幅を行なうものである。

【0061】また、可変分岐器 15 から出力される分岐光 16 を合波器 4 に注入するに際しては、光信号 3 の伝搬方向と逆の方向に後方励起の状態では合波器 4 を用いて注入された状態でラマン増幅が行われる。

【0062】この場合、可変分岐器 15 は、励起光源 2

7から出力される励起光28を第1励起光11と第2励起光16に分光する際に、その分岐比を可変できるようにしたもので、可変分岐器15から出力される第2励起光16の出力を最適な値に調整した状態で合波器4に注入することによって、第2励起光16による第2の光増幅によるラマン利得を最適な値に保つことができる。これに連動して、第1励起光11の分岐比も可変分岐器15によって最適な値にされているので第1励起光11による第1の光増幅によるラマン利得も最適な値に保つことができる。

【0063】制御回路1は、外部からの制御信号により励起光源27から出力される励起強度及び可変分岐器15を制御して増幅特性を最適化する。

【0064】次に、本発明の第9の実施の形態による光中継装置108について図13を用いて説明する。本実施形態は、図8に示す第4の実施の形態による光中継装置103の構成の一部を変更して図13に示すような光中継装置108としたもので、すなわち、励起光源29から発せられる励起光30を可変分岐器17により、分岐比が最適に設定されて得られた第1励起光11と分岐光18の内の分岐光18を合波器4側に注入するに際して、その線路中に光減衰器19が介挿されることによって第2の光増幅手段が構成される。

【0065】また、この光中継装置108は、光増幅用ファイバ5に対して第1励起光11の注入を行なう状態を前方励起としたもので、励起光源29から発せられる励起光30が可変分岐器17によって第1励起光11と分岐光18に分光され、この第1励起光11が光信号3の伝搬方向と同一の方向に合波器6を用いて注入されて前方励起の状態でラマン増幅が行われる。

【0066】一方、可変分岐器17で分光された分岐光18は、光減衰器19によって調節することによって得られる第2励起光20を合波器4によって光信号3の伝搬方向と逆の方向に後方励起の状態で注入されることにより、第2励起光12による第2の光増幅によるラマン利得を最適な値に設定することができる。

【0067】制御回路1は、外部からの制御信号により励起光源29から出力される励起強度、可変分岐器17及び光減衰器19の減衰レベルを制御して増幅特性を最適化する。

【0068】次に、本発明の第10の実施の形態による光中継装置109について図14を用いて説明する。本実施形態は、図6に示す光中継装置104の構成の一部を変更して図11に示すような光中継装置109を構成したもので、すなわち、励起光源31から発せられる励起光32を分光器10で分光して出力される第2励起光12を合波器4に注入するに際して、第2励起光12の線路中に光増幅器21を介挿することによって第2の光増幅手段を構成したものである。

【0069】また、この光中継装置109は、光増幅用

ファイバ5に対して第1励起光11の注入を行なう状態を前方励起とし、光増幅器21による増幅光22を合波器4に入力する際には、光信号3の伝搬方向と逆の方向に後方励起の状態に注入が行われるように構成されている。

【0070】したがって、励起光源31から発せられる励起光32が分光器10によって第1励起光11と第2励起光12に分光され、この第1励起光11が光信号3の伝搬方向と同一の方向に合波器6を用いて注入されて前方励起の状態にラマン増幅が行われる。

【0071】一方、分光器10で分光された第2励起光12は、光増幅器21によって最適な増幅率に調節されて得られた増幅光22を合波器4によって光信号3の伝搬方向と逆の方向に後方励起の状態に注入されることにより、第2励起光12による第2の光増幅によるラマン利得を最適な値に設定することができる。

【0072】制御回路1は、外部からの制御信号により励起光源61から出力される励起強度を制御して増幅特性を最適化する。

【0073】次に、本発明の第11の実施の形態による光中継装置110について図15を用いて説明する。第1の入力線路41と第1の出力線路46の間に、図1に示すと同様な合波器43と、光増幅用ファイバ44と、合波器45を順次に接続して第1の光伝送系を構成し、同時に、第2の入力線路51と第2の出力線路56の間にも、図1に示すと同様な合波器53と、光増幅用ファイバ54と、合波器55を順次に接続して第2の光伝送系を構成し、これらに光中継装置110を介挿して構成されている。

【0074】このような第1および第2の光伝送系のそれぞれに対してラマン増幅するための分光手段が設けられている。

【0075】この分光手段は、励起光源61から発せられた励起光62が分光器63で第1励起光64と第2励起光65に分光され、その第1励起光64を分光器66で第1光67と第2光68に分岐し、第1光67を合波器45により第1の光信号42に後方励起の状態に注入し、第2光68を合波器55を用いて第2の光信号52に後方励起の状態に注入する第1の光増幅手段が構成される。

【0076】また、分光器63で分岐された第2励起光65は、分光器69で第1光70と第2光71に分岐され、第1光70を合波器43により第1の光信号42に後方励起の状態に注入し、第2光71を合波器53により第2の光信号52に後方励起の状態に注入する第2の光増幅手段が構成される。

【0077】制御回路1は、外部からの制御信号により励起光源61から出力される励起強度を制御して増幅特性を最適化する。

【0078】したがって、1つの励起光源61からの励

起光 62 を用いて、第 1 および第 2 の光伝送系のそれぞれに対してラマン増幅することができ、当該の分光手段を 2 系統に共用して用いることができるので構成の共用化を図ることができる。

【0079】次に、本発明の第 12 の実施の形態による光中継装置 111 について図 16 を用いて説明する。この形態は、分光手段の構成を複数の励起光源から発せられる複数の励起光を合成して分光することによって第 1 励起光と第 2 励起光を作り出すようにしたものである。

【0080】すなわち、入力線路 2 と出力線路 7 の間に介挿される光中継装置 111 には、第 1 励起光源 81 と第 2 励起光源 82 が設けられ、その出力が合成器 85 で合成され合成光 87 として分光器 88 に入力され、第 1 励起光 90 が作り出される。

【0081】一方、第 3 励起光源 83 と第 4 励起光源 84 が設けられ、その出力が合成器 86 で合成され合成光 89 として分光器 88 に入力され、分岐光 88 が作り出される。この分岐光 88 は、光減衰器 92 によって減衰されることによって第 2 励起光 93 が作り出される。

【0082】したがって、第 1 励起光源 81 と第 2 励起光源 82 のそれぞれの出力を合成してなる第 1 励起光 90 が、合波器 6 を用いて光信号 3 に後方励起の状態では注入されることによって第 1 の光増幅手段によるラマン増幅が行われる。

【0083】これと同時に第 3 励起光源 83 と第 4 励起光源 84 のそれぞれの出力を合成した後に最適値に減衰されてなる第 2 励起光 93 が、合波器 4 を用いて光信号 3 に後方励起の状態では注入されることによって第 2 の光増幅手段による副次的なラマン増幅が行われる。

【0084】制御回路 1 は、外部からの制御信号により励起光源 81 ～ 84 から出力される励起強度及び光減衰器 92 の減衰レベルを制御して増幅特性を最適化する。

【0085】以上のような光中継装置が伝送路に沿って所定間隔で配設されて上記の如き特徴、優位性をもった光伝送システムが構成される。この光中継装置の配設は任意であり、いずれかの中継区間に配設することができる。

【0086】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明による光中継装置は、第 1 および第 2 の光増幅によって所定のラマン増幅機能を得るに際して、1 系統の励起光源から発せられる励起光を分光器でもって第 1 の光増幅を行なうための第 1 励起光と、第 2 の光増幅を行なうための第 2 励起光のそれぞれを作り出しているために、構成の簡略化が図れるだけでなく、当該第 1 励起光と第 2 励起光を調整することにより最適な特性が得られる。

【0087】したがって、本発明によれば、1 系統の励起光源を使用して、第 1 の光増幅と第 2 の光増幅を同時に行なうことができる光中継装置及び光伝送システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態による光中継装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明による光中継装置のラマン増幅特性を示す特性図である。

【図 3】本発明における励起光による光増幅特性の利得改善効果を説明するための特性図である。

【図 4】本発明における光増幅特性の利得傾斜の改善効果を説明するための図である。

【図 5】本発明における光増幅特性の帯域拡大効果を説明するための特性図である。

【図 6】本発明の第 2 の実施の形態による光中継装置の構成を示すブロック図である。

【図 7】本発明の第 3 の実施の形態による光中継装置の構成を示すブロック図である。

【図 8】本発明の第 4 の実施の形態による光中継装置の構成を示すブロック図である。

【図 9】本発明の第 5 の実施の形態による光中継装置の構成を示すブロック図である。

【図 10】本発明の第 6 の実施の形態による光中継装置の構成を示すブロック図である。

【図 11】本発明の第 7 の実施の形態による光中継装置の構成を示すブロック図である。

【図 12】本発明の第 8 の実施の形態による光中継装置の構成を示すブロック図である。

【図 13】本発明の第 9 の実施の形態による光中継装置の構成を示すブロック図である。

【図 14】本発明の第 10 の実施の形態による光中継装置の構成を示すブロック図である。

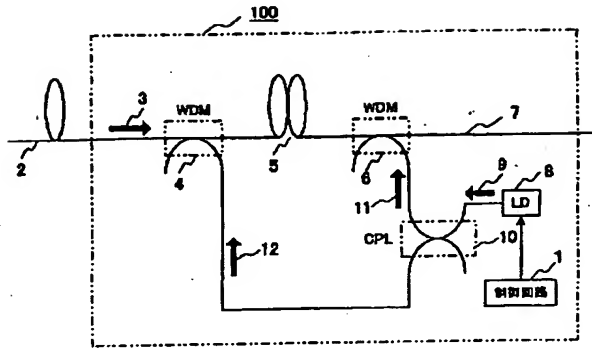
【図 15】本発明の第 11 の実施の形態による光中継装置の構成を示すブロック図である。

【図 16】本発明の第 12 の実施の形態による光中継装置の構成を示すブロック図である。

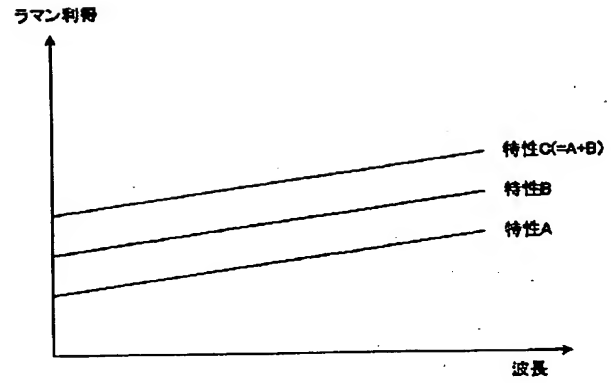
【符号の説明】

100～111	光中継装置
1	制御回路
2	入力線路
3	光信号
4、6	合波器
5	光増幅用ファイバ
7	出力線路
8、23、25、27、29、31、61、81～84	励起光源
9	励起光
10	分光器
15、17	可変分岐器
11	第 1 励起光
12	第 2 励起光
13、19、93	光減衰器
21	光増幅器

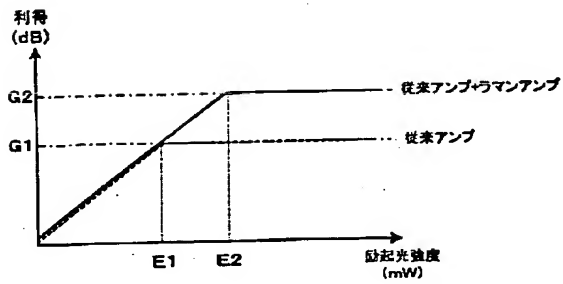
【図1】



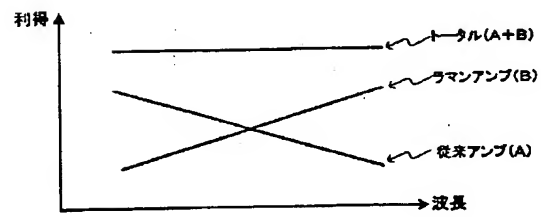
【図2】



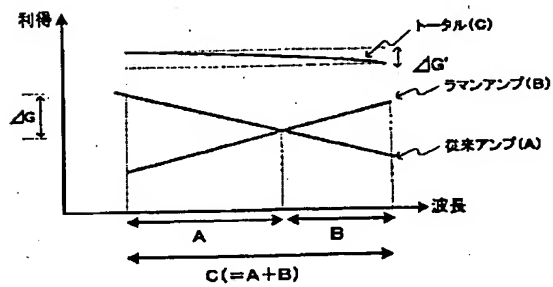
【図3】



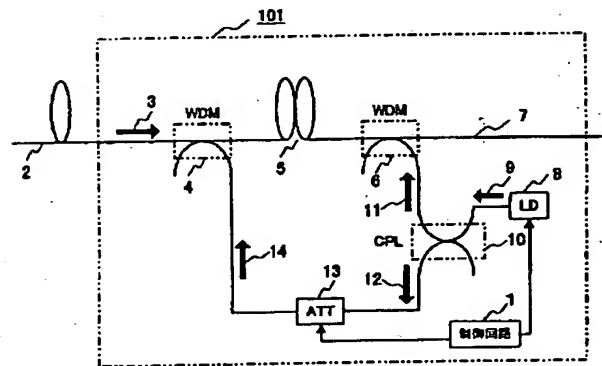
【図4】



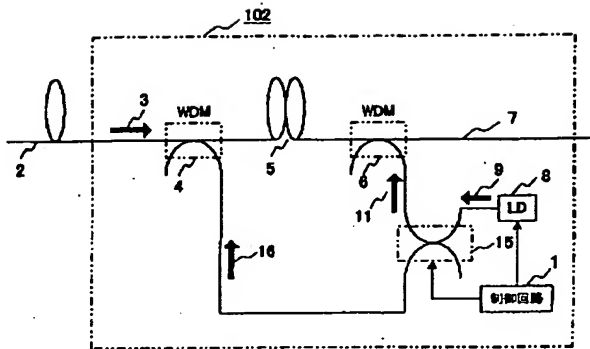
【図5】



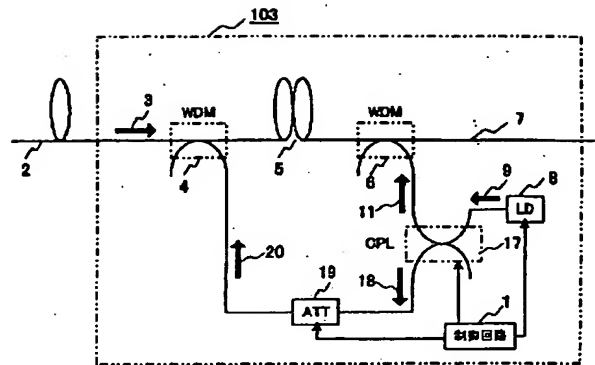
【図6】



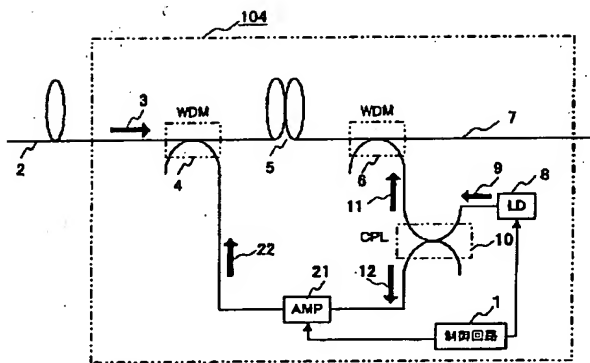
【図 7】



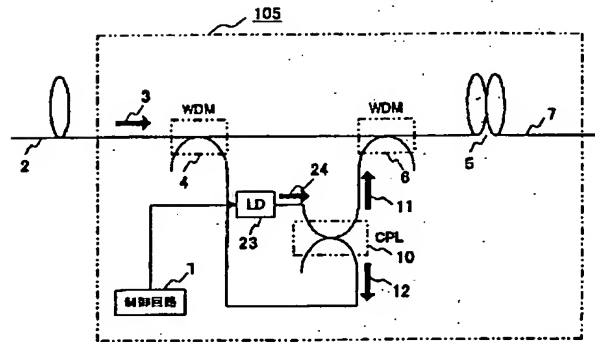
【図 8】



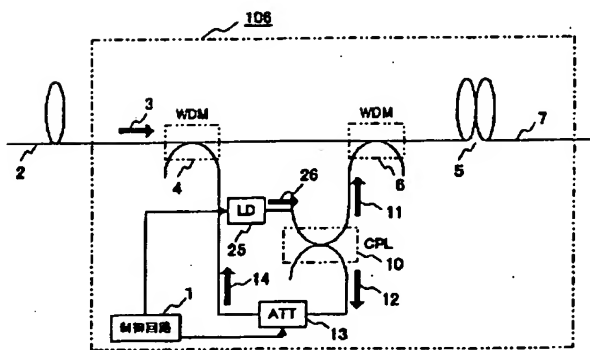
【図 9】



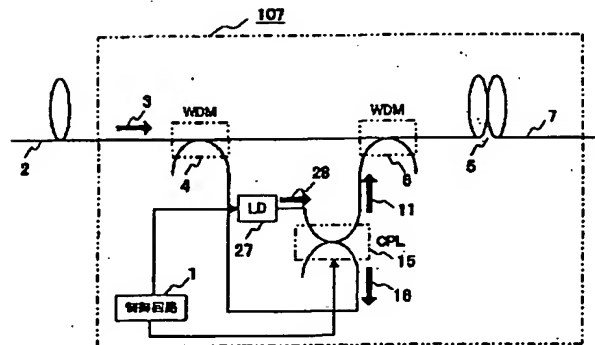
【図 10】



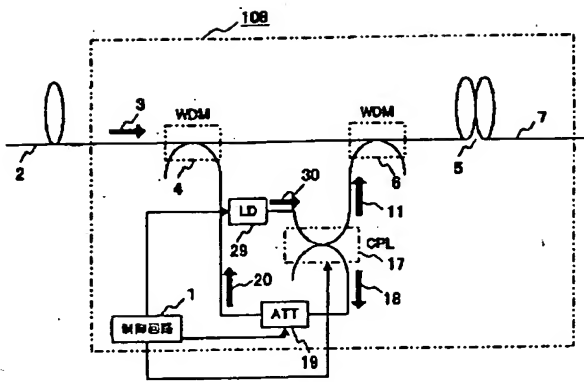
【図 11】



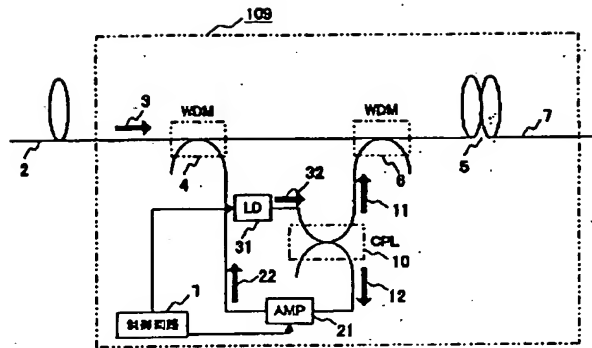
【図 12】



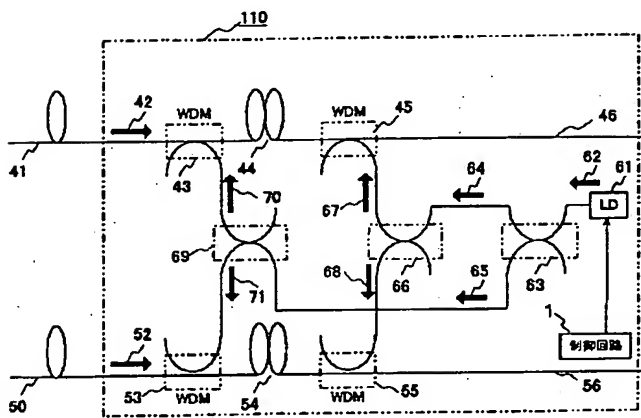
【図13】



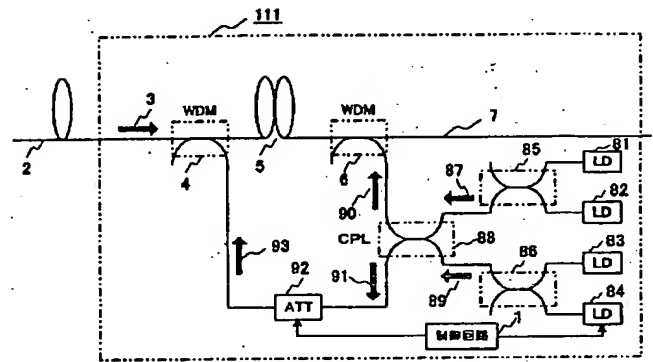
【図14】



【図15】



【図16】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :
2003-283019

(43)Date of publication of application :
03.10.2003

(51)Int.Cl.
H01S 3/10

H01S 3/0933

H04B 10/16

H04B 10/17

(21)Application number :
2002-077707

(71)Applicant :
NEC CORP

(22)Date of filing :
20.03.2002

(72)Inventor :
KENJO SATOSHI

(54) OPTICAL REPEATER AND OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical repeater with a simple constitution in which first light amplification and second light amplification can be simultaneously executed by using one exciting light source system.

SOLUTION: The optical repeater 100 to be inserted between an input line 2 and an output line 7 is constituted by successively connecting a multiplexer 4, a fiber 5 for the light amplification, and the multiplexer 6. The exciting light source 8 is provided and the excitation light 9 generated from the exciting light source 8 is dispersed to first excitation light 11 and second excitation light 12 by a spectroscopy 10. A first light amplification means is constituted by injecting the first excitation light 11 to an optical signal 3 by the multiplexer 6 and a second light amplification means is constituted by injecting the second excitation light 12 outputted from the spectroscopy 10 to the optical signal 3 by the multiplexer 4.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.02.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] the spectrum which carries out the spectrum of the excitation light emitted from the excitation light source to the 1st excitation light and the 2nd excitation light -- the optical repeating installation characterized by to provide a means, the 1st optical-amplification means which pours said 1st excitation light into the fiber for optical amplification spread by the lightwave signal, and performs optical amplification, and the 2nd optical-amplification means which pours said 2nd excitation light into the fiber for optical amplification, and performs optical amplification.

[Claim 2] Said 1st and 2nd optical amplification means are optical repeating installation according to claim 1 characterized by front excitation being carried out by said 1st excitation light and the 2nd excitation light, respectively.

[Claim 3] It is the optical repeating installation according to claim 1 which front excitation of said 1st optical amplification means is carried out by said 1st excitation light, and is characterized by back excitation of said 2nd optical amplification means being carried out by said 2nd excitation light.

[Claim 4] It is the optical repeating installation according to claim 1 which back

excitation of said 1st optical amplification means is carried out by said 1st excitation light, and is characterized by front excitation of said 2nd optical amplification means being carried out by said 2nd excitation light.

[Claim 5] said 2nd optical amplification means -- said spectrum -- the optical repeating installation according to claim 1 to 4 characterized by being constituted including the optical attenuator which decreases said 2nd excitation light obtained by the means.

[Claim 6] said spectrum -- the optical repeating installation according to claim 1 to 4 characterized by constituting a means including the adjustable turnout which carries out adjustable [of the rate of a branching ratio of said 1st excitation light and said 2nd excitation light].

[Claim 7] said 1st optical amplification means -- said spectrum -- while constituting including the optical attenuator which decreases said 2nd excitation light obtained by the means -- said spectrum -- the optical repeating installation according to claim 1 to 4 characterized by constituting a means including the adjustable turnout which carries out adjustable [of the rate of a branching ratio of said 1st excitation light and said 2nd excitation light].

[Claim 8] said 1st optical amplification means -- said spectrum -- the optical repeating installation according to claim 1 to 4 characterized by being constituted including the optical amplifier which amplifies said 1st excitation light obtained by the means.

[Claim 9] said spectrum -- the optical repeating installation according to claim 1 to 4 characterized by constituting a means including two or more excitation light sources for generating said 1st excitation light.

[Claim 10] said spectrum -- the optical repeating installation according to claim 1 to 4 characterized by constituting a means including two or more excitation light sources for generating said 2nd excitation light.

[Claim 11] said spectrum -- the optical repeating installation according to claim 1 to 10 characterized by constituting a means so that the spectrum of the part for excitation Mitsunari which compounded the output of two or more excitation light sources may be carried out to said 1st excitation light and said 2nd excitation light.

[Claim 12] The lightwave transmission system characterized by installing optical repeating installation according to claim 1 to 11 in the at least 1 of the junction section of a lightwave signal transmission line section.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical repeating installation and the lightwave transmission system which are used for an optical transmission system, and relates to the optical repeating installation and the lightwave transmission system which have the function which carries out Raman magnification by pouring the excitation light emitted from the excitation light source into the fiber for optical amplification spread by the lightwave signal.

[0002]

[Description of the Prior Art] Giving the Raman magnification function to optical repeating installation, and improving a transmission characteristic with long-distance-izing of the transfer distance of optical communication and large-capacity-izing of a lightwave signal, is performed widely. This optical repeating installation is performing Raman magnification by pouring in excitation light to the lightwave signal which spreads an optical fiber as indicated by JP,2001-194691,A.

[0003] This concrete configuration has prepared separately the 1st excitation light source which generates the 1st excitation light which has the wavelength which can carry out Raman magnification, and the 2nd excitation light source which generates the 2nd excitation light which has different wavelength from this 1st excitation light.

[0004] And if the 1st excitation light generated in the 1st excitation light source is poured in to the fiber for optical amplification spread by the lightwave signal and the 1st optical amplification is performed, the 2nd excitation light generated in the 2nd excitation light source can be poured in instantaneous, the 2nd optical amplification can be performed, and the predetermined Raman magnification function can be obtained by such 1st and 2nd optical amplification.

[0005] When performing such Raman magnification, it may pour in by the front excitation to which the propagation direction of the case where the excitation light poured into the lightwave signal which spreads the fiber for optical amplification is poured in by the back excitation to which the propagation direction of a lightwave signal and excitation light becomes reverse, and a lightwave signal and excitation light becomes the same.

[0006] Moreover, each wavelength of the 1st excitation light and the 2nd excitation light is set as the optimal value for carrying out Raman magnification while it is set up corresponding to spacing and the number of many wavelength which an original lightwave signal has.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The conventional optical repeating installation faces obtaining the predetermined Raman magnification function by the 1st and 2nd optical amplification, and is generating each of the 1st excitation light for performing the 1st optical amplification, and the 2nd excitation light for performing the 2nd optical amplification in each of the 1st excitation light source which became independent separately, and the 2nd excitation light source.

[0008] Therefore, the two excitation light sources must be prepared, there is a problem that a configuration will be complicated, and this dissolution is desired.

[0009] Then, the purpose of this invention can use the same excitation light source, and can perform two or more optical amplification to coincidence, and offering simple optical repeating installation and a simple lightwave transmission system has a configuration.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to solve said technical problem, a characteristic configuration which is indicated below is used for the optical repeating installation and the lightwave transmission system by this invention.

[0011] (1) the spectrum which carries out the spectrum of the excitation light emitted from the excitation light source to the 1st excitation light and the 2nd excitation light -- the optical repeating installation possessing a means, the 1st optical amplification means which pours said 1st excitation light into the fiber for optical amplification spread by the lightwave signal, and performs optical amplification, and the 2nd optical amplification means which pours said 2nd excitation light into the fiber for optical amplification, and performs optical amplification.

[0012] (2) Said 1st and 2nd optical amplification means are the optical repeating installation of the above (1) in which front excitation is carried out by said 1st excitation light and the 2nd excitation light, respectively.

[0013] (3) It is the optical repeating installation of the above (1) with which front excitation of said 1st optical amplification means is carried out by said 1st excitation light, and back excitation of said 2nd optical amplification means is carried out by said 2nd excitation light.

[0014] (4) It is the optical repeating installation of the above (1) with which back excitation of said 1st optical amplification means is carried out by said 1st excitation light, and front excitation of said 2nd optical amplification means is carried out by said 2nd excitation light.

[0015] (5) said 2nd optical amplification means -- said spectrum -- the above (1) constituted including the optical attenuator which decreases said 2nd excitation light obtained by the means thru/or one optical repeating installation of (4).

[0016] (6) said spectrum -- the above (1) constituted including the adjustable turnout to which a means carries out adjustable [of the rate of a branching ratio of said 1st excitation light and said 2nd excitation light] thru/or one optical repeating installation of (4).

[0017] (7) said 1st optical amplification means -- said spectrum -- while being constituted including the optical attenuator which decreases said 2nd excitation light obtained by the means -- said spectrum -- the above (1) constituted including the adjustable turnout to which a means carries out adjustable [of the rate of a branching ratio of said 1st excitation light and said 2nd excitation light] thru/or one optical repeating installation of (4).

[0018] (8) said 1st optical amplification means -- said spectrum -- the above (1) constituted including the optical amplifier which amplifies said 1st excitation light obtained by the means thru/or one optical repeating installation of (4).

[0019] (9) said spectrum -- the above (1) constituted including two or more excitation light sources for a means to generate said 1st excitation light thru/or one optical repeating installation of (4).

[0020] (10) said spectrum -- the above (1) constituted including two or more excitation light sources for a means to generate said 2nd excitation light thru/or one optical repeating installation of (4).

[0021] (11) said spectrum -- the above (1) constituted so that a means may carry out the spectrum of the part for excitation Mitsunari which compounded the output of two or more excitation light sources to said 1st excitation light and said 2nd excitation light thru/or one optical repeating installation of (10).

[0022] (12) The lightwave transmission system with which the above (1) thru/or one optical repeating installation of (11) are installed in the at least 1 of the junction section of a lightwave signal transmission line section.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail using a drawing. First, the gestalt of the 1st operation is explained using drawing 1 and drawing 2 .

[0024] In the optical repeating installation 100 concerning this invention inserted between the input-line way 2 and the output track 7, the multiplexing machine 4, the fiber 5 for optical amplification, and the multiplexing machine 6 are connected to the serial one by one.

[0025] Moreover, the excitation light 9 which the excitation light source 8 which consists of laser diodes etc. is formed, and is emitted from this excitation light source 8 A spectrum is carried out to the 1st excitation light 11 and the 2nd excitation light 12 with a spectroscope 10, and the 1st optical amplification means is constituted by pouring the 1st excitation light 11 into a lightwave signal 3 with the multiplexing vessel 6. The 2nd optical amplification means is constituted by pouring into a lightwave signal 3 the 2nd excitation light 12 outputted from a spectroscope 10 with the multiplexing vessel 4.

[0026] A control circuit 1 controls the excitation reinforcement outputted from the excitation light source 8 by the control signal from the outside, and optimizes a magnification property. The control signal from the outside is included in signal light, and a spectrum is carried out by the turnout, and it is changed into an electrical signal by the electric eye. This control circuit 1 controls the request of the elements (amplifier etc.) of not only the excitation reinforcement outputted from the excitation light source 8 but other arbitration by explanation of each operation gestalt explained below.

[0027] In addition, although not illustrated, of course, the optical isolator for transmitting a lightwave signal only to an one direction as occasion demands is formed in the optical transmission line.

[0028] This example is back excitation which pours in the 1st excitation light 11 in the direction contrary to the propagation direction of this lightwave signal 3 at the outlet side of the fiber 5 for optical amplification spread by the lightwave signal 3, and is the case of the back excitation which injects the 2nd excitation light into the entrance side of the fiber 5 for optical amplification in the direction contrary to the

propagation direction of a lightwave signal 3.

[0029] By pouring in the 1st excitation light 11 by the part of the fiber 5 for optical amplification to the lightwave signal 3 by which the input-line way 2 is spread, Raman magnification which contributes to optical amplification like the conventional optical repeating installation is performed, and secondary optical amplification is performed by pouring the 2nd excitation light 12 into the lightwave signal 3 which spreads the fiber 5 for optical amplification on this and a coincidence target.

[0030] Therefore, Raman gain of the synthesis in the optical repeating installation 1 is made into the property C (A+B) that the property B of the Raman gain by the 2nd optical amplification by the 2nd excitation light 12 was added to this when the Raman gain by the 1st optical amplification formed of the 1st excitation light 11 was the property A shown in drawing 2, and the total and big signal magnification effectiveness is acquired.

[0031] Also with each operation gestalt explained below, although it is the same, according to this invention, the following effectiveness is also acquired.

[0032] First, according to this invention, the gain improvement effect of the optical amplification property by excitation light is acquired. That is, in the above-mentioned magnification function, although what is necessary is just to increase excitation light reinforcement to raise gain since magnification gain increases as excitation light reinforcement is increased, since there are a limitation. original with an amplifier and constraint, gain will be saturated with a certain level. For example, as the dotted line of drawing 3 shows, although gain increases [specific excitation light reinforcement] proportionally to E1 (mW) in the conventional amplifier (for example, optical fiber amplifiers, such as EDF), if excitation light reinforcement exceeds E1, gain will be saturated with G1 and even if it makes it increase more than it, will not increase more than it. Therefore, even if it was possible more to output a strong big excitation light to the light sources (laser diode etc.) which output excitation light, a part for the allowances was fully unutilizable.

[0033] On the other hand, in this invention, since the 2nd optical amplification (for example, Raman amplifier) by the 2nd excitation light is further used for the 1st optical amplification (for example, optical fiber amplifier) by the 1st excitation light, gain will continue increasing until it results in the reinforcement E2 beyond excitation light on-the-strength E1, as the continuous line of drawing 3 shows. Therefore, the gain by the Raman magnification is added, excitation light is used effectively (to the excitation light reinforcement E2), and, even as for the saturation gain G2 of the Raman magnification, bigger gain is acquired.

[0034] Moreover, according to this invention, the improvement effect of the gain inclination of an optical amplification property is acquired. The property Fig. showing the wavelength for explaining this effectiveness and the relation of gain is shown in drawing 4. as the gain property of optical fiber magnification as conventional amplifier shows by (A), when it is the property that wavelength becomes long and that it is alike, and follow and gain falls, as shown in (B), wavelength becomes long conversely about the gain property of the Raman

magnification -- if it adjusts so that it is alike, and may follow and may become high -- after all -- the inclination of both properties -- denying -- it is -- a total -- if -- abbreviation -- a fixed gain property ($A+B$) is acquired. This total property can be made into a desired property if a magnification property is adjusted to arbitration.

[0035] Furthermore, according to this invention, the band expansion effectiveness of an optical amplification property is acquired. This effectiveness is explained with reference to drawing 5 which shows wavelength and the relation of gain. Although drawing 5 is the same drawing as drawing 4, a total property has an inclination.

[0036] If the gain difference permitted on a system design is set to ΔG , the wavelength band of the property (A) at the time of using the optical fiber magnification as amplifier conventionally will be set to A. On the other hand, if the property (B) by the Raman magnification in this invention is taken into consideration, the inclination of a total property (C) will become loose, after all, if a permissible gain difference is made into $\Delta G'$, as for the wavelength band at the time of using the conventional optical fiber magnification, the wavelength band B will be added at A, a total wavelength band will serve as C ($= A+B$), and the remarkable band expansion effectiveness will be acquired.

[0037] The above various effectiveness is similarly acquired in all the operation gestalten explained below.

[0038] Next, the optical repeating installation 101 by the gestalt of operation of the 2nd of this invention is explained using drawing 6. This operation gestalt is the optical repeater 101 which changed a part of configuration of the optical repeating installation 100 shown in drawing 1. That is, it faces pouring into the multiplexing machine 4 the 2nd excitation light 12 outputted from a spectroscopy 10, and the 2nd optical amplification means is constituted by inserting an optical attenuator 13 all over the track of the 2nd excitation light 12.

[0039] Therefore, the Raman gain by the 2nd optical amplification by the 2nd excitation light 12 can be set as the optimal value by pouring into a lightwave signal 3 the attenuation light 14 obtained by adjusting the output of the 2nd excitation light 12 outputted from a spectroscopy 10 with an optical attenuator 13 with the multiplexing vessel 4.

[0040] A control circuit 1 controls the attenuation level of the excitation reinforcement and the optical attenuator 13 which are outputted from the excitation light source 8 by the control signal from the outside, and optimizes a magnification property.

[0041] Next, the optical repeating installation 102 by the gestalt of operation of the 3rd of this invention is explained using drawing 7. the adjustable turnout 15 which faces [carrying out the spectrum of the excitation light 9 which is the optical repeater 102 which changed a part of configuration of the optical repeating installation 1 shown in drawing 1, and is emitted from the excitation light source 8 to two excitation light] this operation gestalt, and can carry out adjustable [of the branching ratio] -- containing -- a spectrum -- a means is constituted.

[0042] In case this adjustable turnout 15 carries out the spectrum of the excitation

light 9 outputted from the excitation light source 8 to the 1st excitation light 11 and the 2nd excitation light 16, it is what could be made to carry out adjustable [of that branching ratio]. By pouring into the multiplexing machine 4 the output of the 2nd excitation light 16 outputted from the adjustable turnout 15 in the condition of having adjusted to the optimal value, the Raman gain by the 2nd optical amplification by the 2nd excitation light 16 can be maintained at the optimal value. This is interlocked with, and since the branching ratio of the 1st excitation light 11 is also made the optimal value by the adjustable turnout 15, the Raman gain by the 1st optical amplification by the 1st excitation light 11 can also be maintained at the optimal value.

[0043] A control circuit 1 controls the excitation reinforcement and the adjustable turnout 15 which are outputted from the excitation light source 8 by the control signal from the outside, and optimizes a magnification property.

[0044] Next, the optical repeating installation 103 by the gestalt of operation of the 4th of this invention is explained using drawing 8 . This operation gestalt is what was constituted as optical repeating installation 103 as combined so that the function by the gestalt of the 2nd operation shown in drawing 2 and the function by the gestalt of the 3rd operation shown in drawing 6 may be combined, and shown in drawing 8 . The excitation light 9 emitted from the excitation light source 8 is branched to two, the 1st excitation light 11 and the branching light 18, by the adjustable turnout 17, and the 2nd optical amplification means is constituted by inserting an optical attenuator 19 in the latter part of the path of this branching light 18.

[0045] moreover, the adjustable turnout 17 which faces [carrying out the spectrum of the excitation light 9 emitted from the excitation light source 8 to two excitation light] the optical repeating installation 103, and can carry out adjustable [of the branching ratio] -- containing -- a spectrum -- a means is constituted.

[0046] Therefore, the Raman gain by the 2nd optical amplification by the 2nd excitation light 20 can be set as the optimal value by pouring into a lightwave signal 3 the 2nd excitation light 20 obtained by adjusting the output of the branching light 18 outputted from the adjustable turnout 17 with an optical attenuator 19 with the multiplexing vessel 4.

[0047] Moreover, since the adjustable turnout 17 is poured into the multiplexing machine 4 where the output of the branching light 18 outputted from the adjustable turnout 17 is adjusted to the optimal branching ratio, since it carried out adjustable [of the branching ratio] in case it carries out the spectrum of the excitation light 9 outputted from the excitation light source 8 to two, the 1st excitation light 11 and the branching light 18, it can maintain the Raman gain by the 2nd optical amplification by the 2nd excitation light 20 at the optimal value. This is interlocked with, and since the branching ratio of the 1st excitation light 11 is also made the optimal value by the adjustable turnout 17, the Raman gain by the 1st optical amplification by the 1st excitation light 11 can also be maintained at the optimal value.

[0048] By pouring in the 1st excitation light 11 by the part of the fiber 5 for optical amplification to the lightwave signal 3 by which the input-line way 2 is spread,

Raman magnification which contributes to optical amplification like the conventional optical repeating installation is performed, and secondary optical amplification is performed by pouring the 2nd excitation light 20 into the lightwave signal 3 which spreads the fiber 5 for optical amplification on this and a coincidence target.

[0049] A control circuit 1 controls the attenuation level of the excitation reinforcement outputted from the excitation light source 8 by the control signal from the outside, the adjustable turnout 17, and an optical attenuator 19, and optimizes a magnification property.

[0050] Next, the optical repeating installation 104 by the gestalt of operation of the 5th of this invention is explained using drawing 9. This operation gestalt is what changed a part of configuration of the optical repeating installation 101 shown in drawing 1, and constituted the optical repeating installation 104, namely, is faced pouring into the multiplexing machine 4 the 2nd excitation light 12 outputted from a spectroscope 10, and constitutes the 2nd optical amplification means by inserting an optical amplifier 21 all over the track of the 2nd excitation light 12.

[0051] Therefore, the Raman gain by the 2nd optical amplification based on the 2nd excitation light 12 can be set as the optimal value by pouring into a lightwave signal 3 the magnification light 22 obtained by adjusting the output of the 2nd excitation light 12 outputted from a spectroscope 10 with an optical amplifier 21 with the multiplexing vessel 4.

[0052] A control circuit 1 controls the excitation reinforcement and the optical amplifier 21 which are outputted from the excitation light source 8 by the control signal from the outside, and optimizes a magnification property.

[0053] Next, the optical repeating installation 105 by the gestalt of operation of the 6th of this invention is explained. This operation gestalt is constituted like the optical repeating installation 105 which is shown in drawing 1 and which changes a part of 1st configuration of the optical repeating installation 101 of the gestalt of operation, and is shown in drawing 10.

[0054] Namely, the optical repeating installation 105 is what considered the condition of pouring in the 1st excitation light 11 to the fiber 5 for optical amplification as front excitation. With a spectroscope 10, a spectrum is carried out to the 1st excitation light 11 and the 2nd excitation light 12, the excitation light 24 emitted from the excitation light source 23 uses the multiplexing machine 6 in the direction as the propagation direction of a lightwave signal 3 where this 1st excitation light 11 is the same, is poured into it, and Raman magnification is performed in the state of front excitation.

[0055] On the other hand, if the 2nd excitation light 12 by which the spectrum was carried out with the spectroscope 10 is shown in drawing 1, similarly, the multiplexing machine 4 will be used in the same direction as the propagation direction of a lightwave signal 3, it will be poured into it, and secondary Raman magnification will be performed in the state of back excitation.

[0056] A control circuit 1 controls the excitation reinforcement outputted from the excitation light source 23 by the control signal from the outside, and optimizes a magnification property.

[0057] Next, the optical repeating installation 106 by the gestalt of operation of the 7th of this invention is explained using drawing 11 . This operation gestalt is what was used as the optical repeating installation 106 which changes a part of configuration of the optical repeating installation 101 shown in drawing 6 , and is shown in drawing 11 . Namely, while constituting the 2nd optical amplification means by facing pouring into the multiplexing machine 4 the 2nd excitation light 12 outputted from a spectroscope 10, and inserting an optical attenuator 13 all over the track of the 2nd excitation light 12 The optical repeating installation 106 is what considered the condition of pouring in the 1st excitation light 11 to the fiber 5 for optical amplification as front excitation. With a spectroscope 10, a spectrum is carried out to the 1st excitation light 11 and the 2nd excitation light 12, the excitation light 26 emitted from the excitation light source 25 uses the multiplexing machine 6 in the direction as the propagation direction of a lightwave signal 3 where this 1st excitation light 11 is the same, is poured into it, and Raman magnification is performed in the state of front excitation.

[0058] On the other hand, the 2nd excitation light 12 by which the spectrum was carried out with the spectroscope 10 can set the Raman gain by the 2nd optical amplification by the 2nd excitation light 12 as the optimal value by being poured in using the multiplexing machine 6 in the state of back excitation [with the multiplexing vessel 4] of the attenuation light 14 obtained by adjusting with an optical attenuator 13 in a direction contrary to the propagation direction of a lightwave signal 3.

[0059] A control circuit 1 controls the attenuation level of the excitation reinforcement and the optical attenuator 13 which are outputted from the excitation light source 25 by the control signal from the outside, and optimizes a magnification property.

[0060] Next, the optical repeating installation 107 by the gestalt of operation of the 8th of this invention is explained using drawing 12 . This operation gestalt is what was used as the optical repeating installation 107 which changes a part of configuration of the optical repeating installation 102 shown in drawing 7 , and is shown in drawing 9 . namely, the adjustable turnout 15 which faces carrying out the spectrum of the excitation light 28 emitted from the excitation light source 27 to two excitation light, and can carry out adjustable [of the branching ratio] -- containing -- a spectrum, while constituting a means By this adjustable turnout 15, the 1st excitation light 11 by which adjustable branching was carried out is poured into an optimum value on the occasion of impregnation at a lightwave signal 3 in the state of front excitation in the same direction as the propagation direction of the lightwave signal 3 concerned, and Raman magnification is performed.

[0061] Moreover, it faces pouring into the multiplexing machine 4 the branching light 16 outputted from the adjustable turnout 15, and Raman magnification is performed in the condition of having been poured in in the direction contrary to the propagation direction of a lightwave signal 3 using the multiplexing machine 4 in the state of back excitation.

[0062] In this case, in case the adjustable turnout 15 carries out the spectrum of the excitation light 28 outputted from the excitation light source 27 to the 1st excitation

light 11 and the 2nd excitation light 16, it is what could be made to carry out adjustable [of that branching ratio]. By pouring into the multiplexing machine 4 the output of the 2nd excitation light 16 outputted from the adjustable turnout 15 in the condition of having adjusted to the optimal value, the Raman gain by the 2nd optical amplification by the 2nd excitation light 16 can be maintained at the optimal value. This is interlocked with, and since the branching ratio of the 1st excitation light 11 is also made the optimal value by the adjustable turnout 15, the Raman gain by the 1st optical amplification by the 1st excitation light 11 can also be maintained at the optimal value.

[0063] A control circuit 1 controls the excitation reinforcement and the adjustable turnout 15 which are outputted from the excitation light source 27 by the control signal from the outside, and optimizes a magnification property.

[0064] Next, the optical repeating installation 108 by the gestalt of operation of the 9th of this invention is explained using drawing 13 . This operation gestalt is what was used as the optical repeating installation 108 as changed a part of configuration of the optical repeating installation 103 by the gestalt of the 4th operation shown in drawing 8 and shown in drawing 13 . The excitation light 30 emitted from the excitation light source 29 namely, by the adjustable turnout 17 It faces pouring into the multiplexing machine 4 side the branching light 18 of the 1st excitation light 11 from which the branching ratio was set up the optimal and obtained, and the branching light 18, and the 2nd optical amplification means is constituted by inserting an optical attenuator 19 all over the track.

[0065] Moreover, this optical repeating installation 108 is what considered the condition of pouring in the 1st excitation light 11 to the fiber 5 for optical amplification as front excitation. A spectrum is carried out to the 1st excitation light 11 and the branching light 18, the excitation light 30 emitted from the excitation light source 29 uses the multiplexing machine 6 in the direction as the propagation direction of a lightwave signal 3 where this 1st excitation light 11 is the same, is poured into it by the adjustable turnout 17, and Raman magnification is performed in the state of front excitation.

[0066] On the other hand, the branching light 18 by which the spectrum was carried out by the adjustable turnout 17 can set the Raman gain by the 2nd optical amplification by the 2nd excitation light 12 as the optimal value by being poured in in the state of back excitation [with the multiplexing vessel 4] of the 2nd excitation light 20 obtained by adjusting with an optical attenuator 19 in a direction contrary to the propagation direction of a lightwave signal 3.

[0067] A control circuit 1 controls the attenuation level of the excitation reinforcement outputted from the excitation light source 29 by the control signal from the outside, the adjustable turnout 17, and an optical attenuator 19, and optimizes a magnification property.

[0068] Next, the optical repeating installation 109 by the gestalt of operation of the 10th of this invention is explained using drawing 14 . This operation gestalt is what constituted the optical repeating installation 109 as changed a part of configuration of the optical repeating installation 104 shown in drawing 6 and shown in drawing 11 , namely, faces pouring into a multiplexing machine 4 the 2nd excitation light 12

outputted by carrying out the spectrum of the excitation light 32 emitted from the excitation light source 31 with a spectroscope 10, and constitutes the 2nd optical-amplification means by inserting an optical amplifier 21 all over the track of the 2nd excitation light 12.

[0069] Moreover, in case the condition of pouring in the 1st excitation light 11 to the fiber 5 for optical amplification is considered as front excitation and the magnification light 22 by the optical amplifier 21 is inputted into the multiplexing machine 4, this optical repeating installation 109 is constituted so that impregnation may be performed in the direction contrary to the propagation direction of a lightwave signal 3 in the state of back excitation.

[0070] Therefore, with a spectroscope 10, a spectrum is carried out to the 1st excitation light 11 and the 2nd excitation light 12, the excitation light 32 emitted from the excitation light source 31 uses the multiplexing machine 6 in the direction as the propagation direction of a lightwave signal 3 where this 1st excitation light 11 is the same, is poured into it, and Raman magnification is performed in the state of front excitation.

[0071] On the other hand, the 2nd excitation light 12 by which the spectrum was carried out with the spectroscope 10 can set the Raman gain by the 2nd optical amplification by the 2nd excitation light 12 as the optimal value by being poured in in the state of back excitation [with the multiplexing vessel 4] of the magnification light 22 which was adjusted by the optimal amplification factor with the optical amplifier 21, and was obtained in a direction contrary to the propagation direction of a lightwave signal 3.

[0072] A control circuit 1 controls the excitation reinforcement outputted from the excitation light source 61 by the control signal from the outside, and optimizes a magnification property.

[0073] Next, the optical repeating installation 110 by the gestalt of operation of the 11th of this invention is explained using drawing 15 . When shown between the 1st input-line way 41 and the 1st output track 46 at drawing 1 , the same multiplexing machine 43, When the multiplexing machine 45 is connected with the fiber 44 for optical amplification one by one, the 1st optical transmission system is constituted and it is shown in coincidence also between the 2nd input-line way 51 and the 2nd output track 56 at drawing 1 , the same multiplexing machine 53, The multiplexing machine 55 is connected with the fiber 54 for optical amplification one by one, and the 2nd optical transmission system is constituted, and the optical repeating installation 110 is inserted in these, and it is constituted.

[0074] the spectrum for such 1st and 2nd optical transmission systems being alike, respectively, and receiving and carrying out Raman magnification -- the means is established.

[0075] The spectrum of the excitation light 62 by which the optical means was emitted from the excitation light source 61 is carried out to the 1st excitation light 64 and the 2nd excitation light 65 with a spectroscope 63 at this rate. The 1st optical amplification means which branches the 1st excitation light 64 in the 1st light 67 and the 2nd light 68 with a spectroscope 66, pours the 1st light 67 into the 1st lightwave signal 42 in the state of back excitation with the multiplexing vessel

45, and pours the 2nd light 68 into the 2nd lightwave signal 52 in the state of back excitation using the multiplexing machine 55 is constituted.

[0076] Moreover, the 2nd excitation light 65 which branched with the spectroscope 63 pours the 1st light 70 into the 1st lightwave signal 42 in the state of back excitation with the multiplexing vessel 43 by branching in the 1st light 70 and the 2nd light 71 with a spectroscope 69, and the 2nd optical amplification means poured into the 2nd lightwave signal 52 in the state of back excitation with the multiplexing vessel 53 is constituted in the 2nd light 71.

[0077] A control circuit 1 controls the excitation reinforcement outputted from the excitation light source 61 by the control signal from the outside, and optimizes a magnification property.

[0078] therefore, the excitation light 62 from the one excitation light source 61 -- using -- the 1st and 2nd optical transmission systems -- respectively -- alike -- receiving -- the Raman magnification -- it can carry out -- the spectrum of this ** -- since a means can be shared and used for two lines, common use-ization of a configuration can be attained.

[0079] Next, the optical repeating installation 111 by the gestalt of operation of the 12th of this invention is explained using drawing 16 . this gestalt -- a spectrum -- the 1st excitation light and the 2nd excitation light are made by compounding and carrying out the spectrum of two or more excitation light emitted from two or more excitation light sources in the configuration of a means.

[0080] That is, the 1st excitation light source 81 and the 2nd excitation light source 82 are formed, and the output is compounded with the synthetic vessel 85, it is inputted into a spectroscope 88 as a synthetic light 87, and the 1st excitation light 90 is made by the optical repeating installation 111 inserted between the input-line way 2 and the output track 7.

[0081] On the other hand, the 3rd excitation light source 83 and the 4th excitation light source 84 are formed, the output is compounded with the synthetic vessel 86, it is inputted into a spectroscope 88 as a synthetic light 89, and the branching light 88 is made. The 2nd excitation light 93 is made by decreasing this branching light 88 with an optical attenuator 92.

[0082] Therefore, Raman magnification by the 1st optical amplification means is performed by pouring into a lightwave signal 3 the 1st excitation light 90 which comes to compound each output of the 1st excitation light source 81 and the 2nd excitation light source 82 in the state of back excitation using the multiplexing machine 6.

[0083] Secondary Raman magnification by the 2nd optical amplification means is performed by pouring into a lightwave signal 3 the 2nd excitation light 93 which it comes to decrease to an optimum value after compounding each output of the 3rd excitation light source 83 and the 4th excitation light source 84 on this and a coincidence target in the state of back excitation using the multiplexing machine 4.

[0084] A control circuit 1 controls the attenuation level of the excitation reinforcement and the optical attenuator 92 which are outputted from the excitation light sources 81-84 by the control signal from the outside, and optimizes a

magnification property.

[0085] The lightwave transmission system in which the above optical repeating installation was arranged in at intervals of predetermined along the transmission line, and had the description like the above and a predominance is constituted. Arrangement of this optical repeating installation is arbitrary, and can be arranged in one of the junction sections.

[0086]

[Effect of the Invention] By the above explanation, the optical repeating installation by this invention so that clearly It faces obtaining the predetermined Raman magnification function by the 1st and 2nd optical amplification. Since each of the 1st excitation light for performing the 1st optical amplification as a spectroscopy is also about the excitation light emitted from the one excitation light source, and the 2nd excitation light for performing the 2nd optical amplification is made It not only can attain simplification of a configuration, but the optimal property is acquired by adjusting the 1st excitation light and the 2nd excitation light concerned.

[0087] Therefore, according to this invention, the one excitation light source can be used and the optical repeating installation and the lightwave transmission system which can perform the 1st optical amplification and 2nd optical amplification instantaneous can be offered.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the configuration of the optical repeating installation by the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 2] It is the property Fig. showing the Raman magnification property of the optical repeating installation by this invention.

[Drawing 3] It is a property Fig. for explaining the gain improvement effect of the optical amplification property by the excitation light in this invention..

[Drawing 4] It is drawing for explaining the improvement effect of the gain inclination of the optical amplification property in this invention.

[Drawing 5] It is a property Fig. for explaining the band expansion effectiveness of the optical amplification property in this invention.

[Drawing 6] It is the block diagram showing the configuration of the optical repeating installation by the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Drawing 7] It is the block diagram showing the configuration of the optical

repeating installation by the gestalt of operation of the 3rd of this invention.

[Drawing 8] It is the block diagram showing the configuration of the optical repeating installation by the gestalt of operation of the 4th of this invention.

[Drawing 9] It is the block diagram showing the configuration of the optical repeating installation by the gestalt of operation of the 5th of this invention.

[Drawing 10] It is the block diagram showing the configuration of the optical repeating installation by the gestalt of operation of the 6th of this invention.

[Drawing 11] It is the block diagram showing the configuration of the optical repeating installation by the gestalt of operation of the 7th of this invention.

[Drawing 12] It is the block diagram showing the configuration of the optical repeating installation by the gestalt of operation of the 8th of this invention.

[Drawing 13] It is the block diagram showing the configuration of the optical repeating installation by the gestalt of operation of the 9th of this invention.

[Drawing 14] It is the block diagram showing the configuration of the optical repeating installation by the gestalt of operation of the 10th of this invention.

[Drawing 15] It is the block diagram showing the configuration of the optical repeating installation by the gestalt of operation of the 11th of this invention.

[Drawing 16] It is the block diagram showing the configuration of the optical repeating installation by the gestalt of operation of the 12th of this invention.

[Description of Notations]

100-111 Optical repeating installation

1 Control Circuit

2 Input-Line Way

3 Lightwave Signal

4 Six Multiplexing machine

5 Fiber for Optical Amplification

7 Output Track

8, 23, 25, 27, 29, 31, 61, 81-84 Excitation light source

9 Excitation Light

10 Spectroscope

15 17 Adjustable turnout

11 1st Excitation Light

12 2nd Excitation Light

13, 19, 93 Optical attenuator

21 Optical Amplifier

85 86 Synthetic vessel

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]

[Drawing 2]

[Drawing 3]

[Drawing 4]

[Drawing 5]

[Drawing 6]

[Drawing 7]

[Drawing 8]

[Drawing 9]

[Drawing 10]

[Drawing 11]

[Drawing 12]

[Drawing 13]

[Drawing 14]

[Drawing 15]

[Drawing 16]

[Translation done.]